

10/5066U/

PCT/JP02/07370

Rec'd PCT/PTO 10 SEP 2004

DESI AVAILABLE COPY

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

22.07.02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年3月13日

REC'D 13 SEP 2002

WIPO PCT

出願番号

Application Number:

特願2002-068625

[ST.10/C]:

[JP2002-068625]

出願人

Applicant(s):

株式会社バーナム

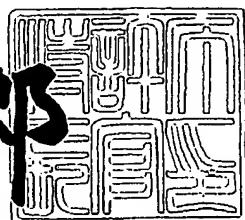
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2002年8月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3066107

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 P020313Q1  
 【あて先】 特許庁長官 殿  
 【国際特許分類】 F16L 55/16  
                   G01C 11/00  
                   G01N 22/00

## 【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県西宮市高須町1丁目1番11-856号  
 【氏名】 垂水 稔

## 【特許出願人】

【識別番号】 598020619  
 【氏名又は名称】 株式会社バーナム

## 【代理人】

【識別番号】 100074561  
 【弁理士】  
 【氏名又は名称】 柳野 隆生  
 【電話番号】 06-6394-4831

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001-177012  
 【出願日】 平成13年 6月12日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013240  
 【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
 【物件名】 図面 1  
 【物件名】 要約書 1  
 【包括委任状番号】 0104708  
 【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 埋設管路内検査装置及び埋設管路内コンクリート劣化検査方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 埋設管の周囲地中内に存在する空洞を探査するレーダ用のアンテナを備えて前記埋設管の管路内を走行する管路内自走車と、この管路内自走車の前記走行の制御及び前記レーダの信号処理を行なう地上制御装置とで構成されてなり、

前記管路内自走車に、前記アンテナを前記埋設管の内周面に沿って回動させると共に、前記アンテナが前記内周面に沿うように、前記埋設管の内径に合わせて前記アンテナの位置を変更可能なアンテナ回動機構を備えてなることを特徴とする埋設管路内検査装置。

【請求項2】 前記管路内自走車に、前記埋設管の内径に合わせて、前記アンテナの回動の中心が前記埋設管の内径の中心に一致するように、前記アンテナ回動機構の前記埋設管の前記管路内における上下方向の位置を変更可能な、高さ調整機構を備えてなる請求項1記載の埋設管路内検査装置。

【請求項3】 前記管路内自走車に、前記アンテナの位置を検出するアンテナ位置検出手段を備えると共に、

前記地上制御装置で前記レーダの信号を解析して、前記管路内自走車の走行方向と直角の複数方向の前記埋設管の周囲地中のレーダ画像を、前記各方向毎の2次元のレーダ画像として作成するとともに、リアルタイムで表示してなる請求項1または2記載の埋設管路内検査装置。

【請求項4】 前記管路内自走車に、前記走行方向の前方の前記埋設管路の前記内周面を撮影する魚眼レンズカメラを備えると共に、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、前記地上制御装置で展開画像を作成するとともにリアルタイムで表示してなる請求項1から3のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

【請求項5】 前記管路内自走車に、水平方向に対する前記管路内自走車の走行方向の傾きを測定するジャイロと、前記埋設管の内空変位を前記内周面の全

周に渡って測定するため、前記埋設管の前記内周面に沿って回動するレーザーセンサとを備えると共に、

前記ジャイロの信号と前記レーザーセンサの信号とを前記地上制御装置で解析して、3次元の内空変位画像を作成するとともにリアルタイムで表示してなる請求項1から4のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

【請求項6】 前記地上制御装置で、同一観測地点の前記レーダ画像と前記展開画像とを対応付けし、あるいは、前記内空変位画像が存在する場合は、同一観測地点の前記レーダ画像と、前記展開画像及び前記内空変位画像とを対応付けしてなる請求項4または5記載の埋設管路内検査装置。

【請求項7】 前記管路内自走車に、その移動距離を測定する赤外線エンコーダを供えてなる請求項1から6のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

【請求項8】 前記埋設管がコンクリート製であり、

前記管路内自走車の前進走行時に、前記走行方向後方の前記埋設管路における前記コンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて、付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布する散布手段を、前記管路内自走車に備えてなる請求項4記載の埋設管路内検査装置。

【請求項9】 前記コンクリート劣化診断試薬として、硫酸による劣化の有無を判定する試薬を用いてなる請求項8記載の埋設管路内検査装置。

【請求項10】 硫化水素等の有毒ガス検知センサを備えてなる請求項8または9記載の埋設管路内検査装置。

【請求項11】 前記管路内自走車に、水平方向に対する前記管路内自走車の走行方向の傾きを測定するジャイロと、前記埋設管の内空変位を前記内周面の全周に渡って測定するため、前記埋設管の前記内周面に沿って回動するレーザーセンサとを備えると共に、

前記ジャイロの信号と前記レーザーセンサの信号とを前記地上制御装置で解析して、3次元の内空変位画像を作成するとともにリアルタイムで表示してなる請求項8から10のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

【請求項12】 前記地上制御装置で、同一観測地点の前記レーダ画像と前記展開画像とを対応付けし、あるいは、前記内空変位画像が存在する場合は、同

一観測地点の前記レーダ画像と、前記展開画像及び前記内空変位画像とを対応付けしてなる請求項8から11のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

【請求項13】 前記管路内自走車に、その移動距離を測定する赤外線エンコーダを供えてなる請求項8から12のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置。

【請求項14】 請求項8から13のいずれか1項に記載の埋設管路内検査装置を用いた埋設管路内コンクリート劣化検査方法であって、

前記管路内自走車の前進走行時に、前記散布手段が、前記走行方向後方の前記埋設管路における前記コンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布し、

前記散布後の前記管路内自走車の後退走行時に、前記魚眼レンズカメラが、前記埋設管路の前記内周面を撮影し、

前記撮影した映像から、前記地上制御装置が、前記展開画像を作成するとともに、この展開画像から前記コンクリートの内周面の劣化の有無を判断して、リアルタイムで表示してなる埋設管路内コンクリート劣化検査方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

この発明は、埋設管路内検査装置及び埋設管路内コンクリート劣化検査方法に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

下水道等に使用されている地中に埋設された埋設管は、埋設の際に生じる埋設管の周囲地中内に存在する空洞や、埋設後の埋設管の亀裂や破損により、道路の陥没事故や汚水の漏洩等の環境問題を引き起こす恐れがあり、これらを未然に防止するため、埋設管路の状態を検査する必要がある。そこで、これらの検査に用いるための装置が考案され使用されている。埋設管の周囲地中内に存在する空洞を、埋設管の管路内部から調べる装置としては、特開平10-2969号に記載されているレーダを搭載した管路内自走車を用いた空洞探査装置がある。また、

埋設後の埋設管の亀裂や破損等を埋設管の管路内部から調べる装置としては、カメラを搭載した管路内自走車を用いた管路内周面撮影装置が使用されている。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の空洞探査装置では、レーダによる探索は、埋設管の上部方向のみであり、埋設管の両側部方向や下部方向の探索は対象外である。しかし、埋設管の上部方向のみの探索では道路の陥没事故防止に対して十分ではなく、埋設管の両側部方向や下部方向の探索も必要である。また、管路内周面撮影装置では、通常のカメラを前方に向けて固定するか、内周面に沿って回動させるものであるが、固定の場合は、詳細な画像を得るのに問題があり、回動させる場合は機構が複雑になる。また、管路内周面の亀裂や凹凸の様子を3次元の内空変位画像で表示するようにした装置は、見当たらない。

また、コンクリート製の下水道管では、下水に含まれる硫化水素がイオウ酸化菌によって硫酸に変化し、この硫酸がコンクリートに含まれているセメント成分と反応して二水石膏に変化し、コンクリートが脆弱化する現象が生じている。この脆弱化した部分は、除去する必要があるが、そのためには、下水道管の内周面のコンクリートを資料として採取して分析する必要があり、手間と費用のほか10日前後の分析期間が必要である。

そこで、この発明は、これらの問題点を解決するためになされたものであって、埋設管の上部方向のみならず、両側部方向や下部方向等、埋設管の全内周面にわたってその外側の空洞探査が可能であり、また、複雑な機構を用いずに詳細な管路内周面の画像が得られ、さらに、埋設管の内周面の亀裂や凹凸の様子を3次元の内空変位画像で表示可能な、埋設管路内検査装置を提供しようとするものである。また、コンクリート製の下水道管の内部のコンクリートの劣化の有無を、容易に判定可能な埋設管路内検査装置及びその方法を提供しようとするものである。

## 【0004】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の埋設管路内検査装置は、埋設管の周囲地中内に存在する空洞を探査す

るレーダ用のアンテナを備えて埋設管の管路内を走行する管路内自走車と、この管路内自走車の走行の制御及びレーダの信号処理を行なう地上制御装置とで構成され、アンテナを埋設管の内周面に沿って回動させると共に、アンテナが内周面に沿うように、埋設管の内径に合わせてアンテナの位置を変更可能なアンテナ回動機構を、管路内自走車に備えたことを特徴とする。

## 【0005】

この埋設管路内検査装置によれば、埋設管の周囲地中内に存在する空洞探査用のレーダのアンテナの位置が、測定に最適となるように埋設管の内径に合わせて変更可能であり、内径の異なる埋設管の検査に対応できる。また、アンテナが埋設管の内周面に沿って回動するので、埋設管の上部方向のみならず、両側部方向や下部方向等、埋設管の全内周面に渡ってその外側方向の空洞探索が可能となる。

## 【0006】

上記の埋設管路内検査装置において、埋設管の内径に合わせて、アンテナの回動の中心が埋設管の内径の中心に一致するように、アンテナ回動機構の埋設管の管路内における上下方向の位置を変更可能な高さ調整機構を、管路内自走車に備えさせるようにしてもよい。

## 【0007】

この埋設管路内検査装置によれば、アンテナの回動の中心が埋設管の内径の中心に一致するので、埋設管の全内周面に渡って、均質な空洞探索が可能となる。

## 【0008】

上記の埋設管路内検査装置において、管路内自走車にアンテナの位置を検出するアンテナ位置検出手段を備えると共に、地上制御装置でレーダの信号を解析して、管路内自走車の走行方向と直角の複数方向の埋設管の周囲地中のレーダ画像を、各方向毎の2次元のレーダ画像として作成するとともに、リアルタイムで表示させるようにしてもよい。

## 【0009】

ここで、2次元のレーダ画像とは、横軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向の距離、縦軸を埋設管路の内周面からの外向方向の距離として、レ

ーダ信号を解析して図形化したものである。

この埋設管路内検査装置によれば、管路内自走車の走行方向と直角の複数方向、即ち、埋設管の内周面から外側に向かって複数の方向の2次元のレーダ画像を作成することができる。また、管路内自走車にアンテナの位置を検出するアンテナ位置検出手段を備えているので、埋設管の周囲地中内の空洞探索の実際の探索方向と、レーダの信号を解析して得られる2次元のレーダ画像を正確に対応付けることができ、空洞探索を正確に行なうことができる。

#### 【0010】

上記の埋設管路内検査装置において、管路内自走車に、走行方向の前方の埋設管路の内周面を撮影する魚眼レンズカメラを備えるとともに、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、地上制御装置で展開画像を作成するとともにリアルタイムで表示させるようにしてもよい。

#### 【0011】

ここで、展開画像とは、魚眼レンズカメラで捉えた埋設管路内周面の映像を変換して作成した、横軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向距離、縦軸を埋設管路の内周とした埋設管の内周面の詳細な平面画像である。

この埋設管路内検査装置によれば、埋設管路の内周面を撮影する固定された魚眼レンズカメラを備えており、且つ、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、展開画像が作成されるので、カメラを回動させるという複雑な機構を用いずに、詳細な埋設管の内周面の展開画像を得ることができ、埋設管の亀裂や破損等を検出することができる。

#### 【0012】

上記の埋設管路内検査装置において、管路内自走車に、水平方向に対する管路内自走車の走行方向の傾きを測定するジャイロと、埋設管の内空変位を内周面の全周に渡って測定するために、埋設管の内周面に沿って回動するレーザーセンサとを備えると共に、ジャイロの信号とレーザーセンサの信号とを地上制御装置で解析して、3次元の内空変位画像を作成するとともにリアルタイムで表示させるようにしてもよい。

#### 【0013】

ここで、内空変位とは、埋設管の内周の形状を言い、3次元の内空変位画像とは、X軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向距離とし、Y軸を埋設管の内周が形成する円の水平方向、Z軸をこの円の垂直方向とし、X軸、Y軸及びZ軸を平面上に描くと共に、埋設管の軸方向に沿って間歇的に埋設管の内周の形状を、ジャイロの信号解析から得られた埋設管路の傾きを反映させつつ、この平面上に描いたものである。

この埋設管路内検査装置によれば、埋設管路の傾きや管路内周面の亀裂、凹凸の様子等を3次元の内空変位画像で表示することができ、埋設管の内部の変形や亀裂、破損等を検出することができる。

#### 【0014】

上記の埋設管路内検査装置において、地上制御装置で、同一観測地点のレーダ画像と展開画像とを対応付けし、あるいは、内空変位画像が存在する場合は、同一観測地点のレーダ画像と、展開画像及び内空変位画像とを対応付けるようにしてもよい。

#### 【0015】

この埋設管路内検査装置によれば、同一観測地点のレーダ画像と展開画像とを対応付け、あるいは、内空変位画像が存在する場合は、レーダ画像と、展開画像及び内空変位画像とを対応付けることができるので、展開画像上または内空変位画像上の特定の画像の位置とレーダ画像の空洞の存在位置とを対応付けすることにより、空洞の存在位置を確実に決定することができる。あるいは、展開画像と内空変位画像との対応付けにより、埋設管の内部の変形や亀裂、破損等の存在位置を確実に決定することができる。

#### 【0016】

上記の各埋設管路内検査装置において、管路内自走車に、その移動距離を測定する赤外線エンコーダを備えさせるようにしてもよい。

#### 【0017】

この埋設管路内検査装置によれば、埋設管路の検査開始地点からの検査位置までの距離を正確に測定でき、この距離と上述の各画像とを対応付けることにより、検査開始地点から空洞や埋設管の変形、亀裂、破損等の存在位置までの距離か

ら、これらの空洞や埋設管の変形、亀裂、破損等の存在位置を、確実に決定することができる。

## 【0018】

次に、コンクリート製の下水道管の内部のコンクリートの劣化の有無を判定する埋設管路内検査装置について説明する。この埋設管路内検査装置は、管路内自走車に、走行方向の前方の埋設管路の内周面を撮影する魚眼レンズカメラを備えると共に、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、地上制御装置で展開画像を作成するとともにリアルタイムで表示する埋設管路内検査装置であって、管路内自走車の前進走行時に、走行方向後方の埋設管路におけるコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて、付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布する散布手段を、管路内自走車に備えた埋設管路内検査装置である。

## 【0019】

この埋設管路内検査装置によれば、埋設管路におけるコンクリートの内周面に對して、コンクリート劣化の有無に応じて、付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布し、その結果を魚眼レンズカメラで撮影するので、この撮影した画像により、埋設管路におけるコンクリートの劣化の有無を判定することができる。

## 【0020】

埋設管路が下水道等の場合、下水に含まれる硫化水素がイオウ酸化菌により硫酸となりこの硫酸によるコンクリートの劣化が生じやすいので、上記の埋設管路内検査装置に用いるコンクリート劣化診断試薬として、硫酸による劣化の有無を判定する試薬を用いることが推奨される。

## 【0021】

埋設管路内検査と同時に硫化水素等の有毒ガスの有無を検査するために、上記の埋設管路内検査装置に、硫化水素等の有毒ガス検知センサを備えるようにしてもよい。

## 【0022】

また、上記の埋設管路内検査装置に、上述したような、ジャイロやレーザーセ

ンサ、或はレーダ画像と展開画像との対応付け機能や、赤外線エンコーダを備えるようにしてもよい。即ち、上記の埋設管路内検査装置に、水平方向に対する管路内自走車の走行方向の傾きを測定するジャイロと、埋設管の内空変位を内周面の全周に渡って測定するため、埋設管の内周面に沿って回動するレーザーセンサとを備えると共に、ジャイロの信号とレーザーセンサの信号とを地上制御装置で解析して、3次元の内空変位画像を作成するとともにリアルタイムで表示するようとする。

#### 【0023】

或は、上記の埋設管路内検査装置の地上制御装置で、同一観測地点のレーダ画像と展開画像とを対応付けし、あるいは、内空変位画像が存在する場合は、同一観測地点のレーダ画像と、展開画像及び内空変位画像とを対応付けするようする。

#### 【0024】

或は、上記の埋設管路内検査装置に、その移動距離を測定する赤外線エンコーダを供えるようにする。

#### 【0025】

コンクリート劣化診断試薬を散布する散布手段を備えた上記の埋設管路内検査装置を用いる埋設管路内コンクリート劣化検査方法は、次のような方法である。即ち、管路内自走車の前進走行時に、散布手段が、走行方向後方の埋設管路におけるコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布し、散布後の管路内自走車の後退走行時に、魚眼レンズカメラが、埋設管路の内周面を撮影し、撮影した映像から、地上制御装置が、展開画像を作成するとともに、この展開画像からコンクリートの内周面の劣化の有無を判断して、リアルタイムで表示してなる埋設管路内コンクリート劣化検査方法である。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

次に本発明の実施例につき、図面に基づき詳しく説明する。図1は、第1実施例の埋設管路内検査装置の構成図である。図1において、第1実施例の埋設管路

内検査装置は、管路内自走車1と地上制御装置2とで構成される。この埋設管路内検査装置は、管路内自走車1を地中6に埋設された埋設管の埋設管路5の中に、マンホール7から挿入し、埋設管路5の検査や、埋設管の周囲地中内に存在する空洞8の探査を行なうのに使用される。地上制御装置2は地上制御装置搭載車4に搭載され、管路内自走車1とケーブル3で接続されており、管路内自走車1の走行を制御するとともに、管路内自走車1から発信される各種信号を受信して処理した上で、画像情報としてプリンタに出力したりディスプレイに表示したりする。そして、これらの画像情報を基に、埋設管路5の検査や、埋設管の周囲地中内に存在する空洞の探査が行なわれる。

## 【0027】

次に、管路内自走車1の構成について説明する。図2は管路内自走車の側面図、図3(a)は、管路内自走車1を太い埋設管9に挿入した場合の正面図、図3(b)は、管路内自走車1を細い埋設管9に挿入した場合の正面図である。管路内自走車1は主な装備として、管路内自走車1の円柱状の本体ケーシング20を取り付けられた車輪19、地上制御装置2からの制御により車輪19を駆動するモータ(図示無し)、埋設管9の周囲地中内の空洞8の探査を行なうため本体ケーシング20の周りを回動するレーダ用アンテナ11、埋設管の亀裂や破損等を検出するため本体ケーシング20の先頭に設けられた魚眼レンズ15を備えて本体ケーシング20に内蔵されたカメラ(図示無し)、魚眼レンズ15を囲むように本体ケーシング20の先頭に設けられた魚眼レンズカメラ用照明ランプ16、本体ケーシング20内に設けられ、水平方向に対する埋設管路の軸方向の傾きを測定するために、管路内自走車1の走行方向の傾きを測定するレーザージャイロ(図示無し)、管路内自走車1の最後尾に設けられ埋設管の内空変異量を測定するレーザーセンサ17、及び、管路内自走車1の走行距離を測定する赤外線エンコーダ18を備えている。

## 【0028】

次に、管路内自走車1に備えられたレーダ用アンテナ11について説明する。レーダ用アンテナ11は前述したように、本体ケーシング20の周りを回動するが、図4はその機構部分の側面図、図5(a)はその斜視図、図5(b)は図5

(a) の一部を示す。円柱状の本体ケーシング20のまわりに設けられたインナースリーブ26の周りを、スリップして回転するアウタースリーブ25の表面に設けられたアンテナ支持アーム固定片23に、基端にレーダ用アンテナ11を保持したC字形の2本のアンテナ支持アーム22の他端が、アンテナ支持アーム固定ロッド24を用いて固定されている。アウタースリーブ25のリング状の側面には、アンテナ回動用モータ14と直結されたアンテナ回動用モータ歯車27と噛み合っているリング状の歯車であるアウタースリーブ回転用歯車28が設けられ、アンテナ回動用モータ14の回転により、アウタースリーブ25がインナースリーブ26の周りを回転することにより、レーダ用アンテナ11がインナースリーブ26の周り、即ち、本体ケーシング20の周りを回動する。

## 【0029】

埋設管9の周囲地中内の空洞8の探査を行なうために、レーダ用アンテナ11を埋設管9の内周面に沿って回動させる場合、回動の中心が埋設管9の内周の中心にあること望ましく、そのため、本体ケーシング20の埋設管路5内における上下方向の位置を調整する必要がある。第1実施例では、図3 (a)、及び(b)から分かるように、この調整を、本体ケーシング20に取り付けられた車輪19の車輪間の距離を調整することにより行なっている。しかし、調整方法としてはこの方法に限られず、複数の異なる直径の車輪を交換することにより行なう方法や、直径の小さい車輪の外側に直径の大きい車輪を嵌め込む方法、あるいは、車輪と本体ケーシングとを分離して、この間に高さを調節する機構を設ける等の方法等でもよい。

尚、第1実施例では、車輪19として外側にすばんだ円錐台形の車輪を使用することにより、管路内自走車1の走行の安定を図ると共に、管路内自走車1内にレーザージャイロ(図示無し)を搭載し、管路内自走車1の姿勢が進行方向に対して左右に水平となるようにしている。

## 【0030】

また、埋設管9の周囲地中内の空洞8の探査を行なうために、レーダ用アンテナ11を埋設管9の内周面にできるだけ接近させるのが望ましく、そのため、第1実施例では、図3 (a)、及び(b)から分かるように、この調整を、アンテ

ナ支持アーム22をアンテナ支持アーム固定片23に固定しているアンテナ支持アーム固定ロッド24を軸に、このアンテナ支持アーム22をアウタースリーブ25、即ち本体ケーシング20に接近させたり遠ざけたりして行っている。しかし、この方法に限られず、本体ケーシング20とレーダ用アンテナ11との距離を調整できる方法であれば、いかなる方法でもよい。

また、第1実施例では、レーダ用アンテナ11の回動の中心が埋設管9の内周の中心となるようにしているが、必ずしもこのようにする必要はない。例えば、回動の中心が埋設管9の内周の中心とずれていっても、本体ケーシング20とレーダ用アンテナ11との距離が、埋設管9の内周に沿って自動的に最適となるような機構を用いる方法も考えられる。

尚、第1実施例では、レーダ用アンテナ11が埋設管9の内周面に接しながら回動するように、図4に示すキックバネ29を用いてレーダ用アンテナ11を埋設管9の内周面に押し付けるようにしている。

### 【0031】

また、レーダ用アンテナ11の電波が、埋設管9の内周のどの位置に対して発射されているか、即ち、埋設管9の内周のどの位置の外部方向の空洞探索を行なっているのかを正確に知る必要がある。そこで、レーダ用アンテナ11から前方方向に突出したレーダ位置検知センサ取付片30の先端部下面に、投光器と反射光受光器とからなるレーダ位置検知センサ12を備え、このレーダ位置検知センサ12が対面する本体ケーシング20の表面の頂部に、レーダ位置頂点マーク13を設け、レーダ位置検知センサ12がこのレーダ位置頂点表示マーク13を検知することで、レーダ用アンテナ11が埋設管9の内周の頂点に存在していることを検知している。また、埋設管9の内周の頂点以外におけるレーダ用アンテナ11の位置検知用として、本体ケーシング20の内部に、レーダ用アンテナ11と一緒に回転するアウタースリーブ25に連動した位置検知用ロータリーエンコーダ（図示無し）を備えている。そして、埋設管9の内径に基づき定まる上述したレーダ用アンテナ11の最適位置を保持するために、アンテナ支持アーム22とアウタースリーブ25との取り付け角度を一旦固定すると、位置検知用ロータリーエンコーダの基準位置とレーダ位置頂点表示マーク13の検知位置との関係

が一義的に定まるので、この位置検知用ロータリーエンコーダの出力信号を基に、レーダ用アンテナ11の埋設管9の内周における位置を演算により求めることができる。

また、アンテナ回動用モータ14の上部に、赤外線エンコーダ18が設けられており、管路内自走車1が移動中に、この赤外線エンコーダ18から、埋設管9の内周面に対して赤外線が発射され、その反射光を観測して管路内自走車1の検査開始地点からの移動距離を求めている。

#### 【0032】

また、回動するレーダ用アンテナ11から出力される信号を、地上制御装置2へ送信する必要がある。そこで、インナースリーブ26の表面にスリップリングを設け、このスリップリングと接触するようにカーボンでなるブラシ33をアウタースリーブ25に設けられたブラシ取付部31のブラシ嵌着穴32に嵌着する。そして、レーダ用アンテナ11から出力される信号の線をこのブラシ33に接続する。また、インナースリーブ26の表面のスリップリングと導通している信号線が、接続ケーブル用コネクタ35を介して地上制御装置2と接続されている。第1実施例ではこのような機構を用いて、回動するレーダ用アンテナ11から出力される信号を取り出している。

#### 【0033】

地上制御装置2は、回動するレーダ用アンテナ11から出力される信号を受信して解析し、横軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向の距離、縦軸を埋設管路の内周面からの外向方向の距離として、2次元のレーダ画像を作成してプリンタに出力する。第1実施例では、埋設管9の内周上において、管路内自走車1の進行方向に向かって、真上、真下、右横及び左横の4箇所の内周面からの外向方向の2次元のレーダ画像を作成している。それぞれのプリンタの出力例を、図6の(b)から(e)に示す。この例では、赤外線エンコーダ18により計測される、検査開始地点から1m刻みで4m分の画像を示している。また、これらの画像を、図7に示すように、リアルタイムで地上制御装置2のディスプレイに表示することもできる。これらの画像を目視で観察することにより、空洞探索を行なうことができる。

## 【0034】

次に、管路内自走車1に備えられた魚眼レンズ15を用いたカメラについて説明する。前述の通り、円柱状の本体ケーシング20先頭に取り付けられた魚眼レンズ15を備えたCCDカメラが、本体ケーシング20に内蔵されている。そして、この魚眼レンズの周りには、8角錐台形状のカメラ用照明ランプ取付部21が取り付けられており、この8角錐台の8個の斜面には、魚眼レンズカメラ用照明ランプ16が埋め込まれている。管路内自走車1が埋設管路5内を移動しながら、この魚眼レンズカメラ用照明ランプ16で埋設管9の内周面を照らし、この内周面を魚眼レンズカメラで撮影するとともに、その信号が接続ケーブル用コネクタ35を介して地上制御装置2へ送信される。魚眼レンズを介して撮影されたCCDカメラの映像は極端にひずんだ円形の画像であるが、これを地上制御装置2で展開画像に変換してプリンタに出力する。ここで、展開画像とは、横軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向距離、縦軸を埋設管路の内周とした詳細な平面画像である。プリンタに出力されたこの画像の例を、図6の(a)に示す。また、これらの画像を、図7に示す様に、リアルタイムで地上制御装置2のディスプレイに表示することもできる。この画像は、埋設管9の内周面の画像であり、この画像を目視で観察することにより、埋設管の亀裂や破損等を検出することができる。

## 【0035】

次に、管路内自走車1に備えられた、水平方向に対する埋設管路5の軸方向の傾きを測定するために、管路内自走車1の傾きを測定するレーザージャイロ(図示無し)と、埋設管9の内空変異を測定するレーザーセンサ17について説明する。レーザージャイロは、レーザーを用いたジャイロで本体ケーシング20内に設けられ、管路内自走車1の走行方向の傾きを検出することができるが、管路内自走車1の走行方向の傾きは埋設管路5の軸方向の傾きにより生じるので、この埋設管路5の軸方向の傾きを検出することができる。また、このレーザーセンサ17は、円柱状の本体ケーシング20の後端に設けられ、本体ケーシング20の表面に取り付けられたリング状のガイドに沿って、本体ケーシング20の回りを回動するレーザー発射器と、この発射されたレーザーの埋設管9の内周面から

の反射波を捉える受光器とで構成されている。これらのレーザージャイロの信号とレーザーセンサ17の信号とは、接続ケーブル用コネクタ35を介して地上制御装置2へ送信され、この地上制御装置2で解析して、3次元の内空変位画像を作成してプリンタに出力する。ここで、内空変位とは、埋設管の内周の形状を言い、3次元の内空変位画像とは、X軸を管路内自走車の走行方向、即ち、埋設管の軸方向距離とし、Y軸を埋設管の内周が形成する円の水平方向、Z軸をこの円の垂直方向とし、X軸、Y軸及びZ軸を平面上に描くと共に、埋設管の軸方向に沿って間歇的に埋設管の内周の形状を、レーザージャイロの信号解析から得られた埋設管路の傾きを反映させつつ、この平面上に描いたものである。プリンタに出力されたこの画像の例を、図6の(f)に示す。また、これらの画像を、図7に示すように、リアルタイムで地上制御装置2のディスプレイに表示することもできる。この画像は、前述の通り、埋設管9の内周の形状を示したもので、管路内周面の亀裂や凹凸の様子を表現することができ、この画像を目視で観察することにより、埋設管の亀裂や破損等を検出することができる。

#### 【0036】

上述したレーダ画像、展開画像、及び、内空変位画像は、上述したようにリアルタイムで地上制御装置2のディスプレイに表示するとともに、プリンタに出力する。この際、これらの画像の元の信号が地上制御装置2に入力される時点で、これらの信号相互間に同一観測地点のデータであることを示す識別信号を付与し、この信号と共に各画像をプリンタへ出力したり、この信号に同期させて各画像を同時に地上制御装置2の各ディスプレイに表示したりする。この識別信号を赤外線エンコーダ18から得られる管路内自走車1の検査開始地点からの移動距離を用いて表わすことができる。図地図6において、各画像の下に示されている数字はこの識別信号で、検査開始地点からの距離を表わしている。

このように、同一観測地点のレーダ画像と展開画像及び内空変位画像とを対応付けることにより、展開画像上または内空変位画像上の特定の画像の位置とレーダ画像の空洞の存在位置とを対応付けすることができ、空洞の存在位置を確実に決定することができる。あるいは、展開画像と内空変位画像との対応付けにより、埋設管の内部の変形や亀裂、破損等の存在位置を確実に決定することができる

## 【0037】

次に、第2実施例について説明する。第2実施例の埋設管路内検査装置は、コンクリート製の埋設管路の検査装置であり、第1実施例の埋設管路内検査装置の管路内自走車に、埋設管路のコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化診断試薬を散布する散布手段を設けたものである。図8は、この管路内自走車の側面図である。図8において、本体ケーシング20に、散布用ノズル51、電動ポンプ52、及び、試薬容器53が取付けられており、これらの間をノズル・ポンプ連結ホース54とポンプ・容器連結ホース55で連結して散布手段を構成している。また、56は有毒ガス検知センサである。

## 【0038】

下水道等に用いられるコンクリート製の埋設管の内部では、下水に含まれる硫化水素が、イオウ酸化菌によって、硫酸に変化し、この硫酸がコンクリート中のセメント成分と反応してエトリンガイトという膨張性の鉱物を生じ、さらにこのエトリンガイトが硫酸と反応して二水石膏に変化する。このため、コンクリートが脆弱化することから、コンクリートの腐食が進行する。そこで、このコンクリートの腐食を発見する方法として、硫酸によるコンクリートの劣化の有無を判定するコンクリート劣化診断試薬が開発されている。この試薬は、硫酸に反応する試薬で、コンクリート表面に散布すると、コンクリートの劣化の有無によって、即ち、硫酸の有無によって、試薬の付着した表面が異なる色に発色する。例えば、トリフェニルローザニリンスルホン酸ナトリウムとP-ベンゼンゼンスルホン酸アゾレゾルシノールの混合物にセルロースエーテル系の安定化剤を加えた試薬では、散布したコンクリートの表面が、健全な面であれば赤褐色に発色し、腐食が生じていると白色に発色する。そこで、この試薬を埋設管のコンクリート内周面に散布して、発色した色をチェックすることにより、コンクリートの腐食の有無を判定することができる。

## 【0039】

下水道等のコンクリート製埋設管のコンクリートの腐食の有無は、上記の試薬と第2実施例の管路内自走車を用いて行なわれる。即ち、上記の試薬を、第2実

施例の管路内自走車1の試薬容器53に充填した後、この管路内自走車1を埋設管路5で、まず前進走行させる。この前進走行時に、電動ポンプ52により試薬容器53内の試薬を、ポンプ・容器連結ホース55、及び、ノズル・ポンプ連結ホース54を介して散布用ノズル51から、管路内自走車1の走行方向に対して後方の埋設管路5のコンクリートの内周面に散布する。次に、管路内自走車1を後退走行させ、この後退走行時に管路内自走車1の魚眼レンズ15の後に設置された魚眼レンズカメラにより、既に試薬が散布され、コンクリートの劣化の有無により異なる色で発色している埋設管路5の内周面を撮影する。このようにして撮影された画像を基に、第2実施例の地上制御装置により、展開画像を作成するとともに、この展開画像からコンクリートの内周面の劣化の有無を判定して、リアルタイムで表示する。

尚、常時水に浸されているコンクリート面では、イオウ酸化菌による硫化水素の硫酸化は生じないので、上記の検査を行なう必要はなく、このような場合には、試薬の散布エリアを、常時水に浸されているエリア以外に限定するようにしてもよい。

この第2実施例の管路内自走車には、有毒ガス検知センサ54を搭載しており、上記のコンクリートの内周面の劣化の有無の判定とともに、硫化水素等の有毒ガスの有無を検査し、その結果を、第2実施例の地上制御装置で表示する。

#### 【0040】

上記の第2実施例の埋設管路内検査装置によれば、埋設管路におけるコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて、付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布し、その結果を魚眼レンズカメラで撮影するので、この撮影した画像により、埋設管路におけるコンクリートの劣化の有無を判定することができる。

また、上記の第2実施例の埋設管路内検査装置は、第1実施例の埋設管路内検査装置と同様、空洞探査用レーダ、ジャイロやレーザーセンサ、レーダ画像と展開画像との対応付け機能、或は、赤外線エンコーダ等を備えているので、第1実施例の埋設管路内検査装置で説明したと同様の機能及び効果を有している。

#### 【0041】

## 【発明の効果】

請求項1記載の発明によれば、埋設管の周囲地中内に存在する空洞探査用のレーダのアンテナの位置が、測定に最適となるように埋設管の内径に合わせて変更可能であり、内径の異なる埋設管の検査に対応できる。また、アンテナが埋設管の内周面に沿って回動するので、埋設管の上部方向のみならず、両側部方向や下部方向等、埋設管の全内周面に渡ってその外側の空洞探索が可能となる。

## 【0042】

請求項2記載の発明によれば、アンテナの回動の中心が埋設管の内径の中心に一致するので、埋設管の全内周面に渡って、均質な空洞探索が可能となる。

## 【0043】

請求項3記載の発明によれば、管路内自走車の走行方向と直角の複数方向、即ち、埋設管の内周面から外側に向かって複数の方向の2次元のレーダ画像を作成することができる。また、管路内自走車にアンテナの位置を検出するアンテナ位置検出手段を備えているので、埋設管の周囲地中内の空洞探索の実際の探索方向と、レーダの信号を解析して得られる2次元のレーダ画像を正確に対応付けることができ、空洞探索を正確に行なうことができる。

## 【0044】

請求項4記載の発明によれば、埋設管路の内周面を撮影する固定された魚眼レンズカメラを備えており、且つ、この魚眼レンズカメラの捕らえた映像から、展開画像が作成されるので、カメラを回動させるという複雑な機構を用いずに、詳細な埋設管路内周面の展開画像を得ることができ、埋設管の亀裂や破損等を検出することができる。

## 【0045】

請求項5または11記載の発明によれば、埋設管路の傾きや管路内周面の亀裂、凹凸の様子等を3次元の内空変位画像で表示することができ、埋設管の内部の変形や亀裂、破損等を検出することができる。

## 【0046】

請求項6または12記載の発明によれば、同一観測地点のレーダ画像と展開画像とを、また、内空変位画像が存在する場合は、レーダ画像と展開画像及び内空

変位画像とを対応付けることができるので、展開画像上または内空変位画像上の特定の画像の位置とレーダ画像の空洞の存在位置とを対応付けすることにより、空洞の存在位置を確実に決定することができる。

## 【0047】

請求項7または13記載の発明によれば、埋設管路の検査開始地点からの検査位置までの距離を正確に測定でき、この距離と上述の各画像とを対応付けることにより、検査開始地点から空洞や埋設管の変形、亀裂、破損等の存在位置までの距離から、これらの空洞や埋設管の変形、亀裂、破損等の存在位置を、確実に決定することができる。

## 【0048】

請求項8または14記載の発明によれば、埋設管路におけるコンクリートの内周面に対して、コンクリート劣化の有無に応じて、付着面が異なる色に発色するコンクリート劣化診断試薬を散布し、その結果を魚眼レンズカメラで撮影するので、この撮影した画像により、埋設管路におけるコンクリートの劣化の有無を判定することができる。

## 【0049】

請求項9記載の発明によれば、コンクリート劣化診断試薬として、硫酸による劣化の有無を判定する試薬を用いるので、埋設管路が下水道等の場合に生じやすい、イオウ酸化菌の作用で生じる硫酸によるコンクリートの劣化の有無を判定することができる。

## 【0050】

請求項10記載の発明によれば、埋設管路内検査装置に、硫化水素等の有毒ガス検知センサを備えているので、埋設管路内検査と同時に硫化水素等の有毒ガスの有無を検査することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の埋設管路内検査装置の構成図。

【図2】第1実施例の管路内自走車の側面図。

【図3】(a)は、第1実施例の管路内自走車を太い埋設管に挿入した場合の正面図、(b)は、管路内自走車を細い埋設管に挿入した場合の正面図である。

【図4】第1実施例の管路内自走車のレーダ用アンテナの回動機構部分の側面図。

【図5】(a)は、第1実施例の管路内自走車のレーダ用アンテナの回動機構部分の斜視図、(b)は(a)の一部を示した斜視図である。

【図6】第1実施例の地上制御装置のプリンタの出力の例の説明図。

【図7】第1実施例の地上制御装置のディスプレイの表示例の説明図。

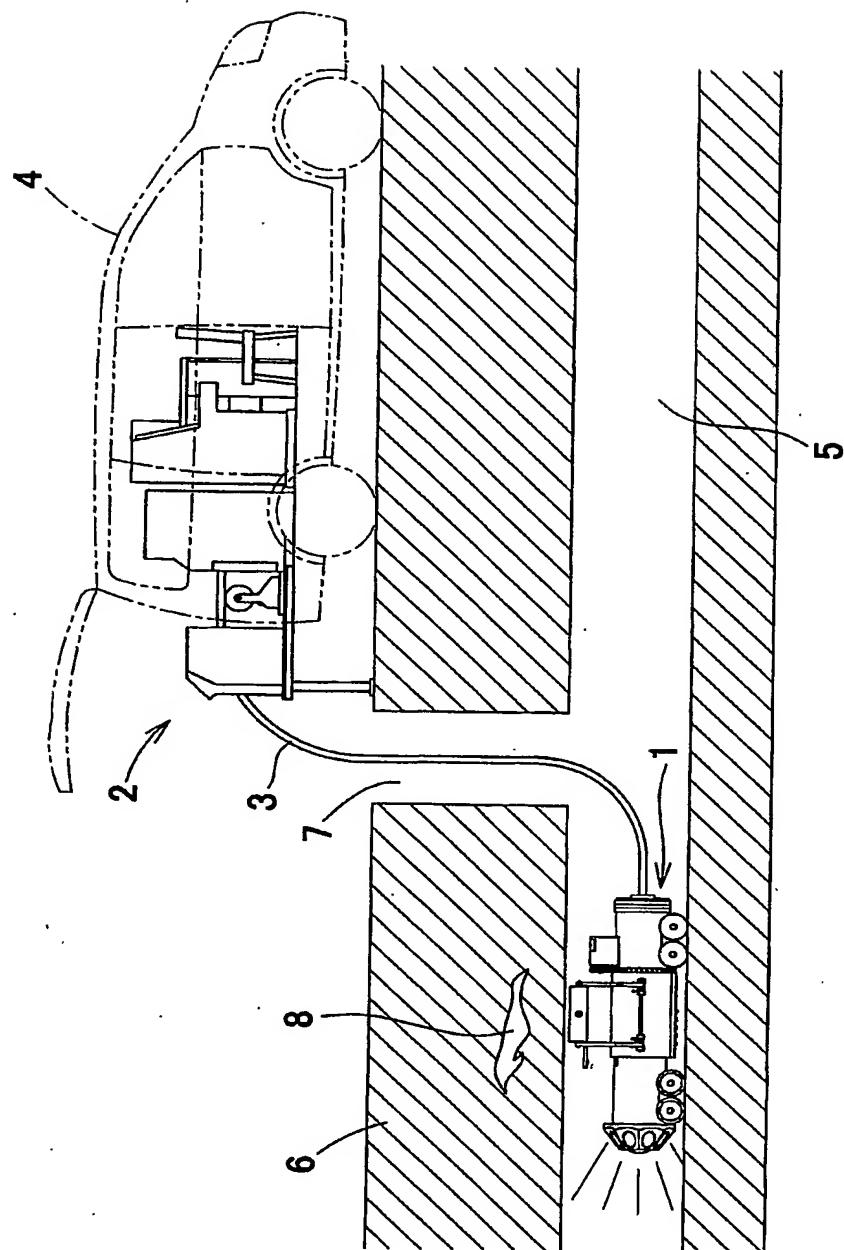
【図8】第2実施例の管路内自走車の側面図。

【符号の説明】

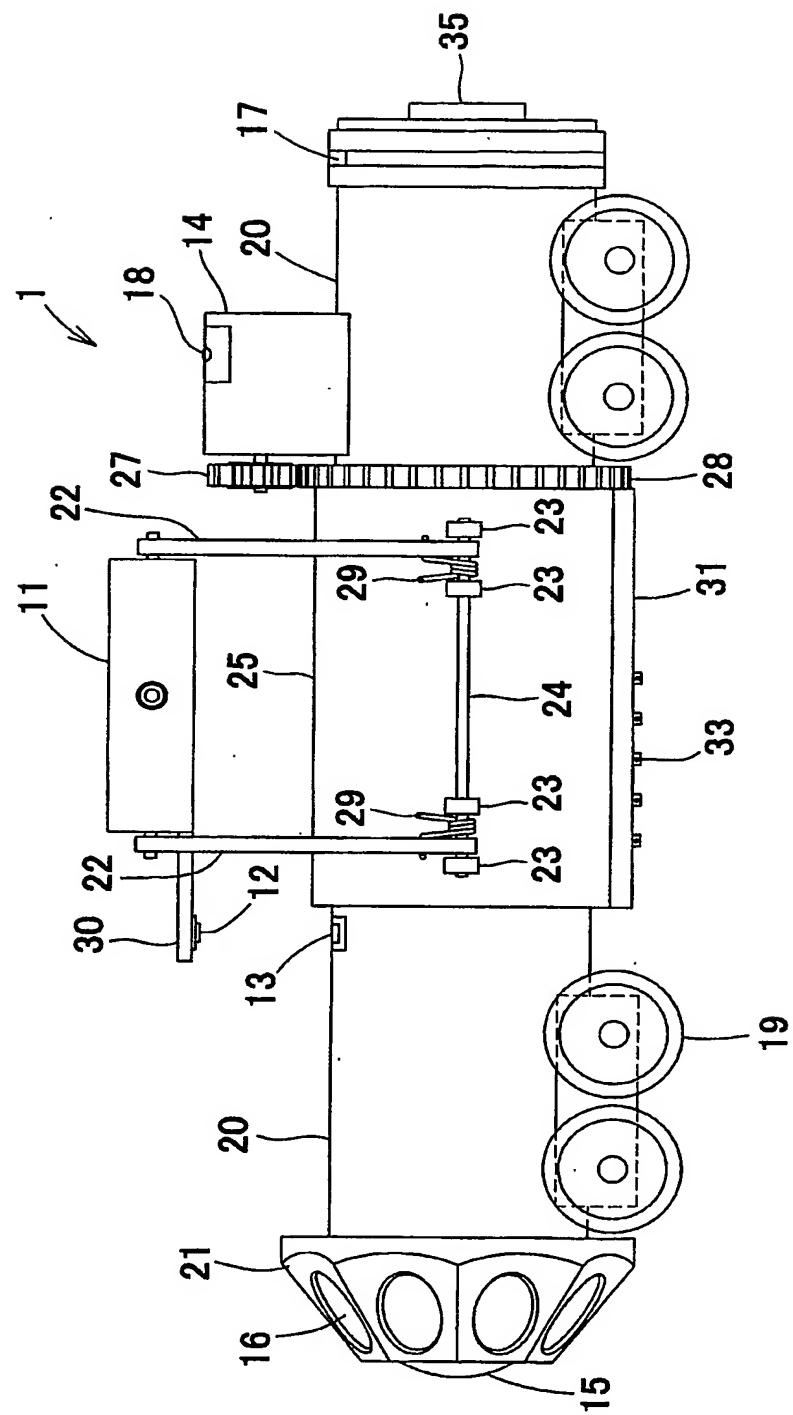
- 1 管路内自走車
- 2 地上制御装置
- 3 接続ケーブル
- 4 地上制御装置搭載車
- 5 埋設管路
- 6 地中
- 7 マンホール
- 8 空洞
- 9 埋設管
- 1 1 レーダ用アンテナ
- 1 2 レーダ位置検知センサ
- 1 3 レーダ位置頂点表示マーク
- 1 4 アンテナ回動用モータ
- 1 5 焦眼レンズ
- 1 6 焦眼レンズカメラ用照明ランプ
- 1 7 レーザーセンサ
- 1 8 赤外線エンコーダ
- 1 9 車輪
- 2 0 本体ケーシング
- 2 1 カメラ用照明ランプ取付部
- 2 2 アンテナ支持アーム

- 2 3 アンテナ支持アーム固定片
- 2 4 アンテナ支持アーム固定ロッド
- 2 5 オタースリーブ
- 2 6 インナースリーブ
- 2 7 アンテナ回動用モータ歯車
- 2 8 オタースリーブ回転用歯車
- 2 9 キックバネ
- 3 0 レーダ位置検知センサ取付片
- 3 1 ブラシ取付部
- 3 2 ブラシ嵌着穴
- 3 3 ブラシ
- 3 4 アンテナケーブル
- 3 5 接続ケーブル用コネクタ
- 4 1 地上制御装置のディスプレイ
- 5 1 散布用ノズル
- 5 2 電動ポンプ
- 5 3 試薬容器
- 5 4 ノズル・ポンプ連結ホース
- 5 5 ポンプ・容器連結ホース
- 5 6 有毒ガス検知センサ

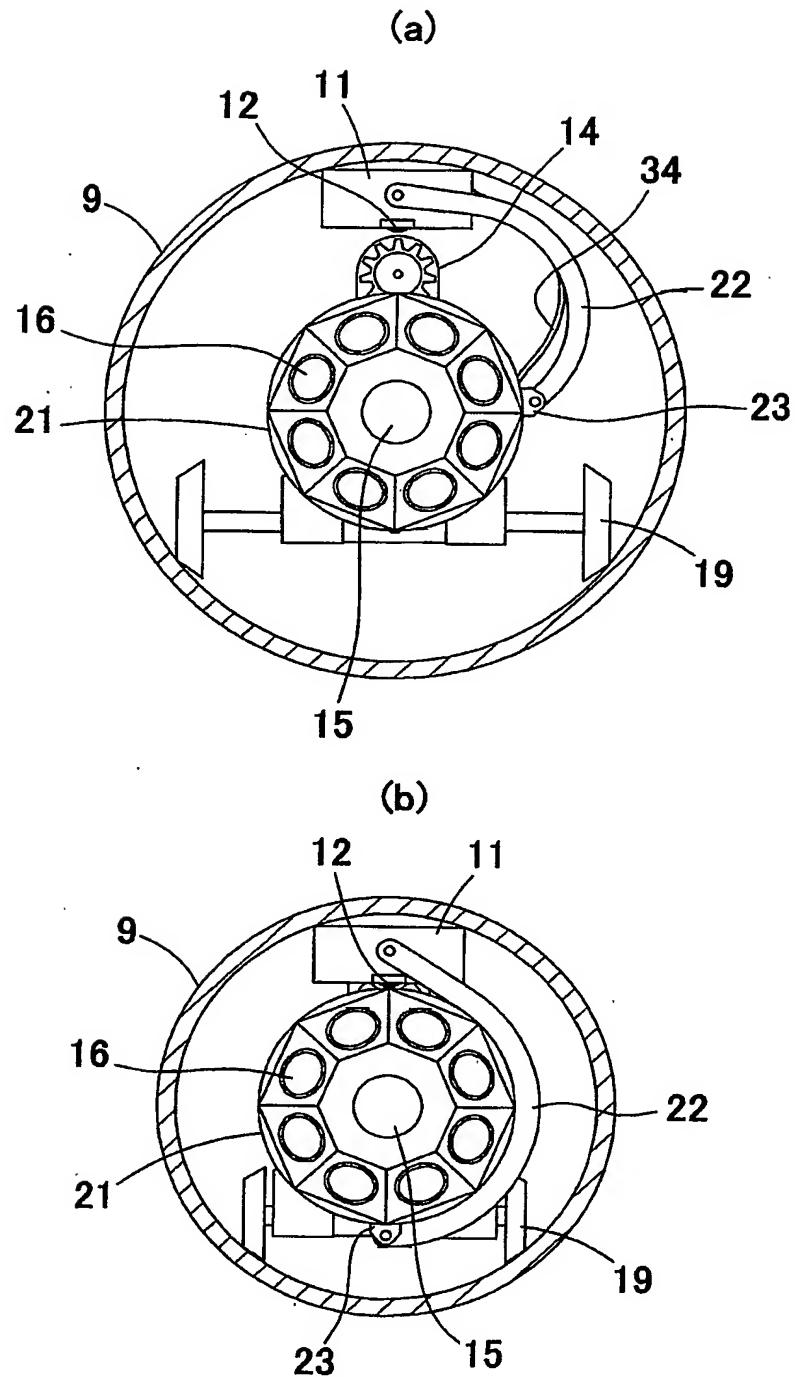
【書類名】 図面  
【図1】



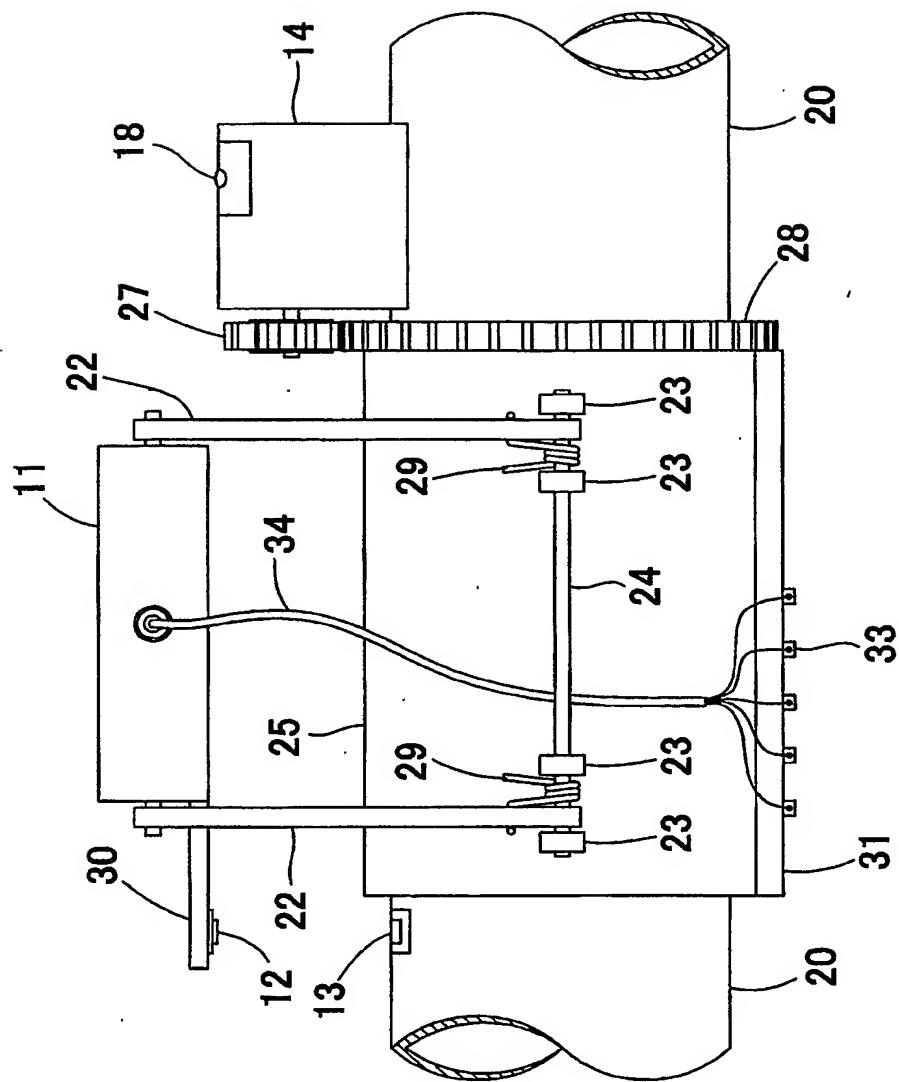
【図2】



【図3】

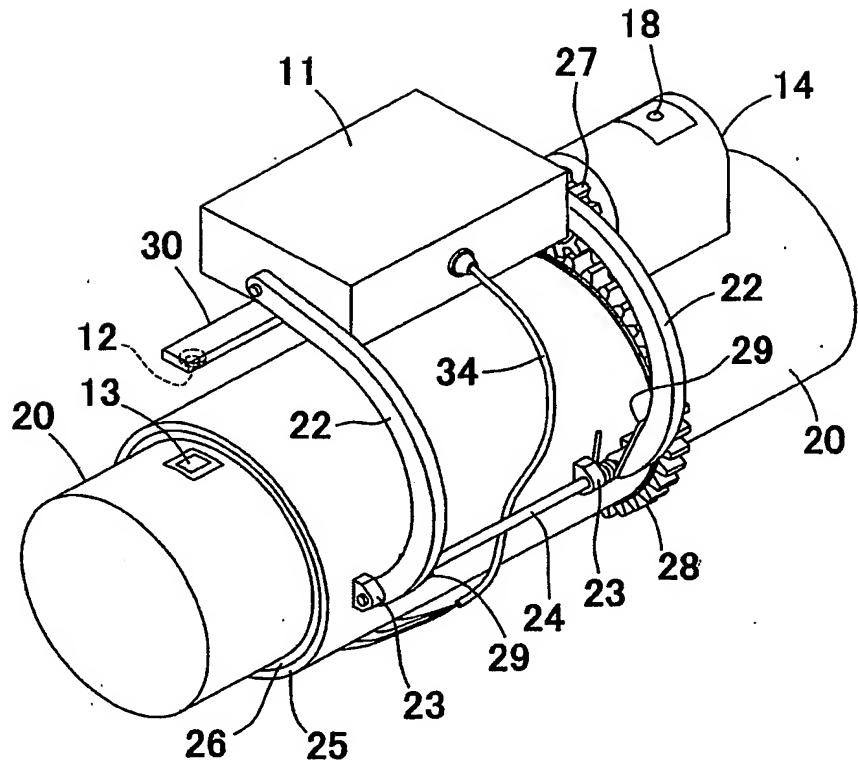


【図4】

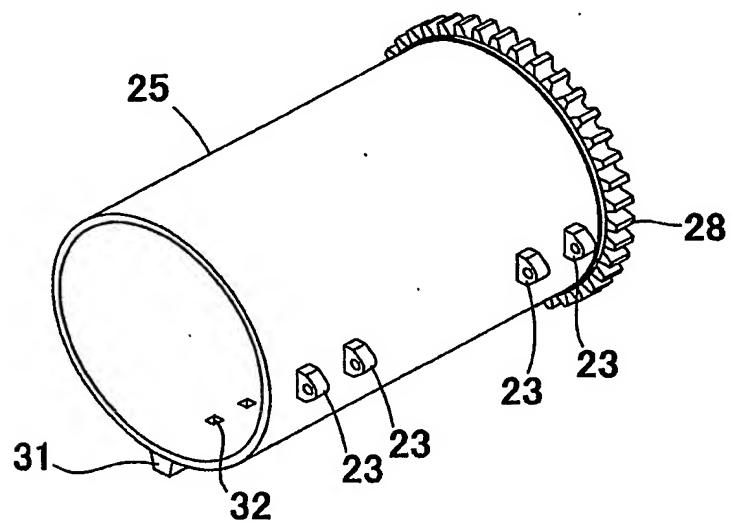


【図5】

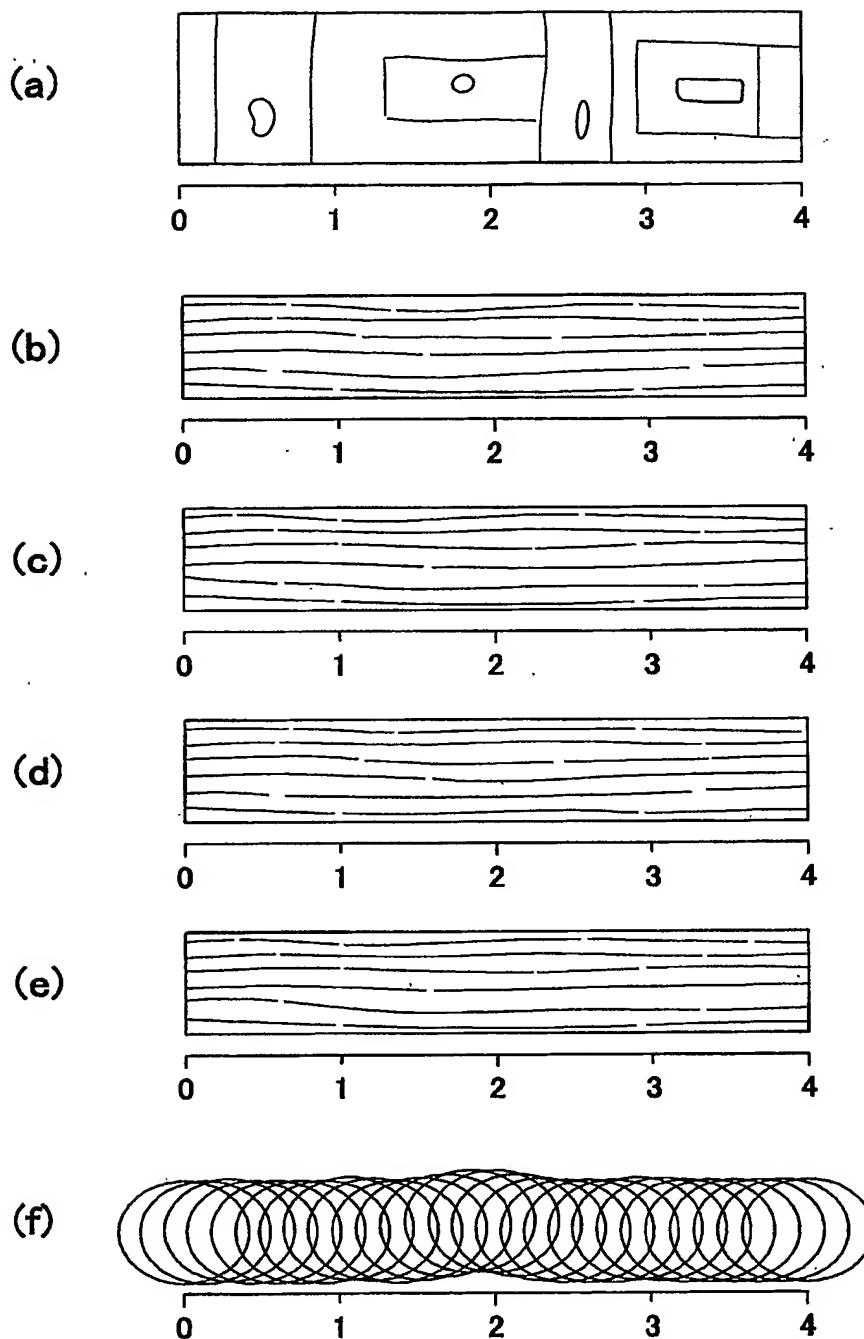
(a)



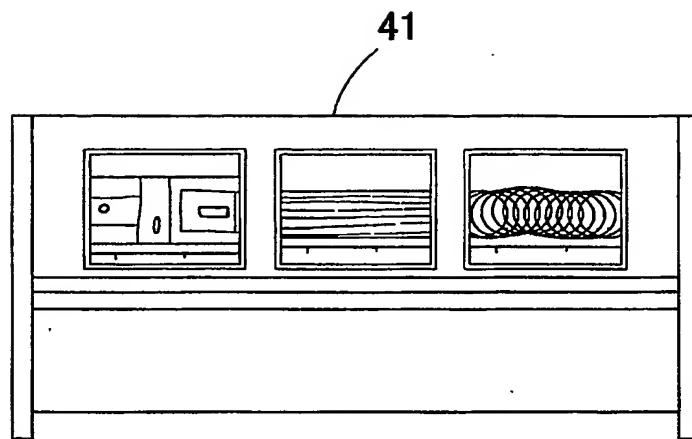
(b)



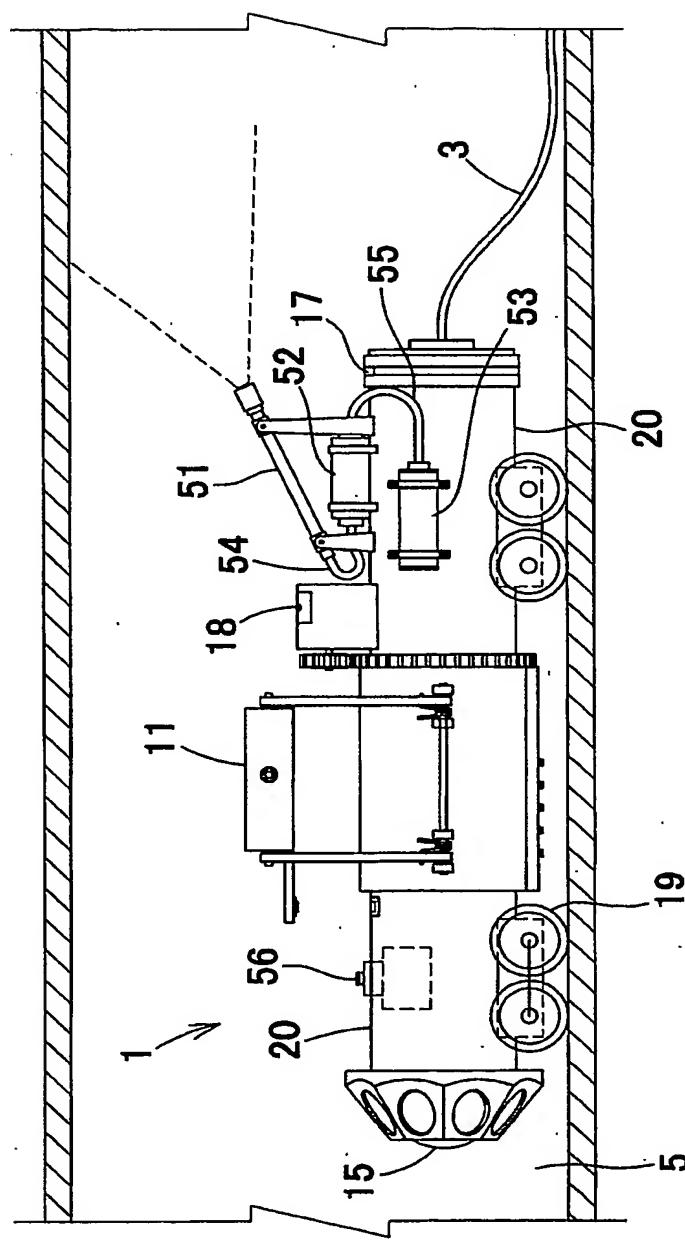
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 埋設管の上部方向のみならず、両側部方向や下部方向等、埋設管の全内周面にわたってその外側の空洞探索が可能であり、また、複雑な機構を用いずに詳細な管路内周面の画像が得られ、さらに、埋設管の内周面の亀裂や凹凸の様子を3次元の内空変位画像で表示可能な、埋設管路内検査装置を提供しようとするものである。

【構成】 管路内自走車と地上制御装置とで構成され、管路内自走車には、レーダ用アンテナ、魚眼レンズを備えたカメラ、ジャイロ、レーザーセンサ、及び赤外線エンコーダが備えられている。

【選択図】 図2

認定・付加情報

|         |               |
|---------|---------------|
| 特許出願の番号 | 特願2002-068625 |
| 受付番号    | 50200351601   |
| 書類名     | 特許願           |
| 担当官     | 第四担当上席 0093   |
| 作成日     | 平成14年 3月20日   |

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 3月13日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [598020619]

1. 変更年月日 2001年 6月 7日

[変更理由] 住所変更

住 所 兵庫県尼崎市昭和通2丁目12番8号  
氏 名 株式会社バーナム

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**